

- those. Science / O.A. Glotka. – Zaporizya, 2011.- 166 p.- Bibliogr. : p. 142-166. (Ukr.)
6. Glotka O.A. Use refractory scrap for manufacturing Fe-W alloy / O.A. Glotka, A.D. Koval // Visnuk dvugynobydtvannya – 2008.- №2. – P. 164 – 170. (Ukr.)
7. Reference tool steel / [V.I. Kanyka, V.N. Terehov, A.N. Moroz and others] edited by Y.F. Ternovogo.- X.: “Metallika”, 2008.- 224 p. (Rus.)

Рецензент: В.Ю. Ольшанецький
д-р техн. наук, проф., ДВНЗ «ЗНТУ»

Стаття надійшла 08.02.2013

УДК 669.14.018.256

© Солідор Н.А.*

ВПЛИВ КІЛЬКОСТІ ТА СТУПЕНЯ СТАБІЛЬНОСТІ ЗАЛИШКОВОГО АУСТЕНИТУ НА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ І МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СТАЛЕЙ З 18 % Cr

В роботі показана ефективність застосування диференційного підходу до вибору раціональних режимів термічної обробки сталей з 18 % Cr, що дозволяють значно підвищити їх зносостійкість за рахунок оптимізації кількості та стабільності аустеніту.

Ключові слова: структура, метастабільний аустеніт, термічна обробка, фазові перетворення, мартенсит деформації.

Солідор Н.А. Влияние количества и степени стабильности остаточного аустенита на износостойкость и механические свойства сталей с 18 % Cr. В работе показана эффективность применения дифференцированного подхода к выбору рациональных режимов термической обработки сталей с 18 % Cr, позволяющих значительно повысить их износостойкость за счет оптимизации количества и стабильности аустенита.

Ключевые слова: структура, метастабильный аустенит, термическая обработка, фазовые превращения, мартенсит деформации.

N.A. Solidor. The influence of the quantity and the stability of retained austenite on wear resistance and mechanical properties of steels with 18% Cr. This article shows the efficiency of application of the differentiated approach to the choice of the rational modes of heat treatment of steels from 18 % Cr, allowing considerably to promote their wear resistance due to optimization of amount and stability of austenite.

Keywords: structure, metastable austenite, heat treatment, the phase transformation, martensite of deformation.

Постановка проблеми. Сучасні режими термічної обробки зносостійких матеріалів в основному направлені або на отримання мартенситно-карбідної структури з високою твердістю для умов абразивного зношування, або стабільного аустеніту для умов ударно-абразивної дії. Останнім часом для підвищення механічних і службових властивостей отримує все більший розвиток використання принципу самогартування при навантаженні, що засновано на отриманні в структурі сталей метастабільного аустеніту і подальшого перетворення його на мартенсит деформації в процесі експлуатації. Проте для корозійностійких високохромистих сталей даний підхід не застосовується.

Широко відомо, що термообробка високохромистих корозійностійких сталей мартенситного класу, зокрема 95X18, в промислових умовах полягає в проведенні гартування від темпе-

* канд. техн. наук, доцент, ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Маріуполь

ратур близько 1010-1065 °С в масло і відпуску для зняття напружень при температурі 200 °С на твердість 55-60 HRC. Тим часом, вказані вище обробки не завжди забезпечують необхідний рівень механічних та експлуатаційних властивостей зносостійких сплавів, оскільки для сталей 60X18 і 95X18 одним з основних критеріїв довговічності в умовах експлуатації є не тільки корозійна стійкість, але і зносостійкість. Тому представляє практичний інтерес дослідження впливу режимів термообробки на їх абразивну, ударно-абразивну зносостійкість і механічні властивості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним з перспективних шляхів підвищення зносостійкості деталей машин та устаткування є вдосконалення режимів термообробки відомих сталей і сплавів, які дозволяють використовувати їх внутрішній ресурс за рахунок отримання в структурі певної кількості метастабільного аустеніту, що перетворюється під впливом абразивних частинок на мартенсит деформації (ефект самогартування при навантаженні), і дисперсних карбідів [1-3]. Проте відомостей про зносостійкість корозійностійких високохромистих сталей в конкретних умовах зношування залежно від їх структури і фазового складу, способів і режимів термічної обробки в літературі недостатньо.

Мета статті – більш глибоке вивчення впливу режимів термічної обробки на структуру, абразивну й ударно-абразивну зносостійкість та механічні властивості корозійностійких сталей з 18 % Сг.

Викладення основного матеріалу. Згідно аналізу літературних даних останнього десятиліття, вельми перспективним напрямом є використання гартування з ізотермічною витримкою широко вживаної номенклатури сталей мартенситного класу, наприклад, неіржавіючих, що дозволяє отримувати в структурі певну кількість залишкового аустеніту [4], що, у свою чергу, сприяє підвищенню їх в'язкості та опору крихкому руйнуванню при збереженні високої міцності. Застосування даної обробки може дозволити вельми ефективно управляти кількістю аустеніту і ступенем його стабільності у відношенні до динамічного деформаційного мартенситного перетворення (ДДМП) стосовно конкретних умов експлуатації, що, у свою чергу, приведе до підвищення зносостійкості даних сплавів.

У зв'язку з вище викладеним, в роботі проводилося вивчення впливу східчастого гартування на зносостійкість високохромистих сталей 60X18 і 95X18. Зразки досліджуваних сталей піддавалися гартуванню від 1050 °С (час витримки 20 хвил.). Охолодження проводилося у воді протягом 1,5 с і потім проводилася витримка в печі при температурах 250, 350 і 450 °С. Час витримки складав від 30 до 360 хвил. Подальше охолодження проводилося на спокійному повітрі. Результати випробувань термооброблених сталей на абразивне зношування представлені на рис. 1.

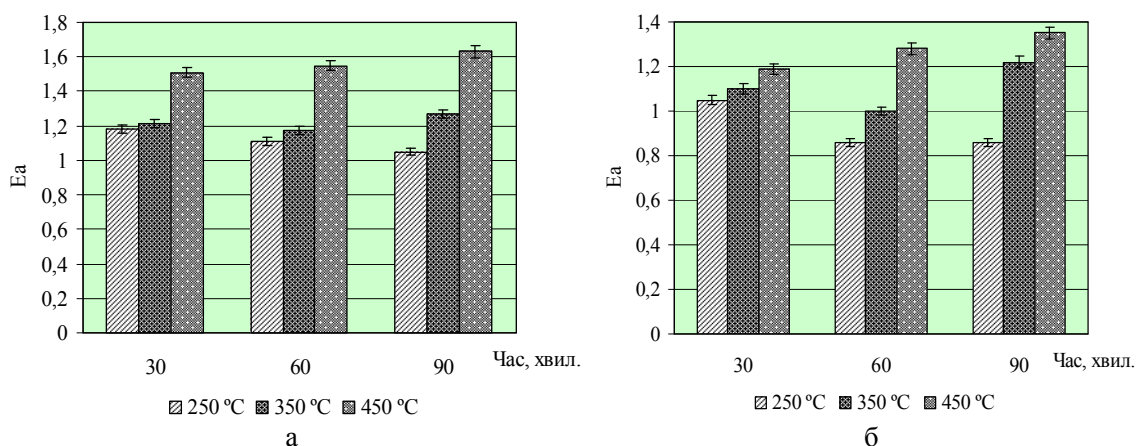


Рис. 1 – Залежність відносної абразивної зносостійкості сталей 60X18 (а) та 95X18 (б) від температурно-часових параметрів східчастого гартування

Згідно з отриманими даними, зі зниженням температури і збільшенням часу витримки при 250-350 °С відбувається зниження відносної абразивної зносостійкості обох сталей, що

обумовлене стабілізацією аустеніту у відношенні до ДДМП при навантаженні внаслідок можливого підвищення ЕДП, закріпленням дислокацій атомами вуглецю (утворенням атмосфер Коттрелла). Протікання ДДМП за даними [5] може ускладнюватися внаслідок того, що витримки при температурах 250-350 °С приводять до підвищення межі текучості аустеніту, що вимагає додаткових енергетичних витрат на зростання мартенситних кристалів. У зв'язку з цим, динамічне деформаційне мартенситне перетворення на поверхні зразків під дією абразивних частинок не отримує помітного розвитку (рис. 1, а та б).

Підвищення температури до 450 °С сприяє зростанню абразивної зносостійкості обох сталей (див. рис. 1). Найбільша абразивна зносостійкість виявляється при тривалішій витримці близько 90 хвил. Це пов'язано з дестабілізацією аустенітної матриці, унаслідок збіднення її вуглецем і хромом в результаті виділення карбідів, а також зниженням ЕДП [5]. Ці чинники інтенсифікують мартенситне перетворення при навантаженні (рис. 2-3), сприяючи підвищенню опору руйнуванню сталей.

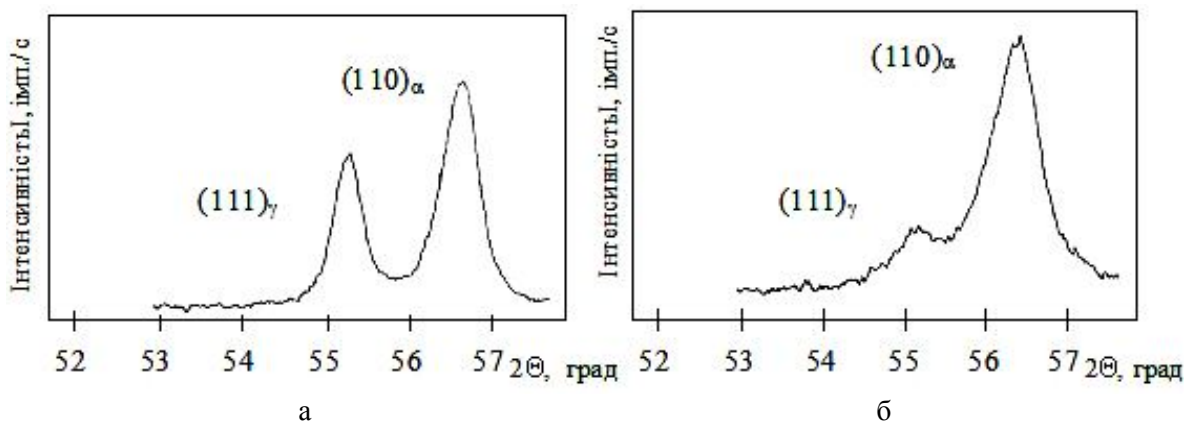


Рис. 2 – Дифрактограми сталі 60X18 після східчастого гартування при температурі сходінки 450 °С: а – поза зоною зношування ($A_{\text{зал.}} = 45\%$); б – в зоні зношування ($A_{\text{зал.}} = 25\%$)

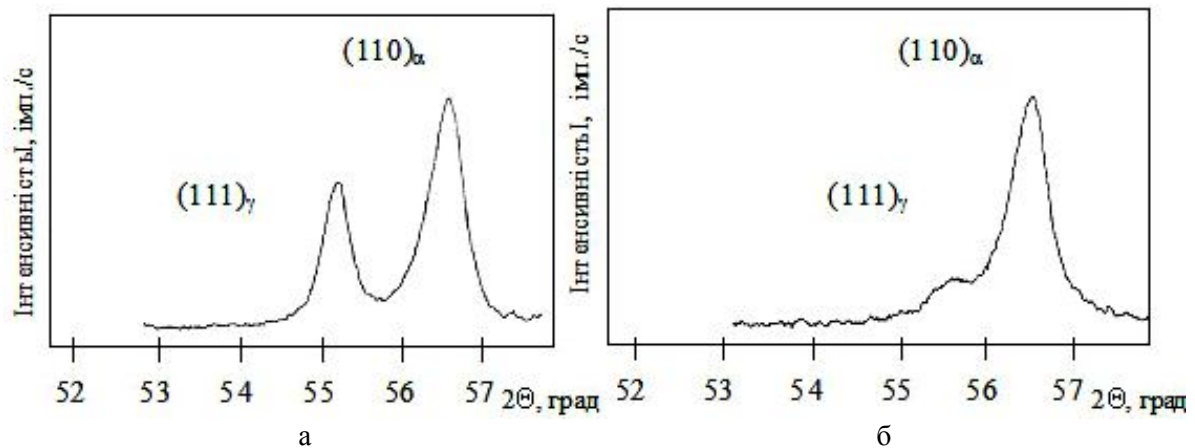


Рис. 3 – Дифрактограми сталі 95X18 після східчастого гартування при температурі сходінки 450 °С: а – поза зоною зношування ($A_{\text{зал.}} = 40\%$); б – в зоні зношування ($A_{\text{зал.}} = 30\%$)

Як показують отримані дані, східчасте гартування може приводити і до стабілізації аустеніту, і до його дестабілізації. Варіюючи температурно-часові параметри східчастого гартування, можна ефективно управляти ступенем стабільності аустеніту до ДДМП стосовно конкретних умов дії абразивних частинок.

Визначення ударно-абразивної зносостійкості після різних режимів східчастого гартування показує, що зі збільшенням часу витримки від 30 до 90 хвил. в інтервалі температур 250-350 °С відбувається підвищення ударно-абразивної зносостійкості обох сталей (рис. 4, а та б), що обумовлене стабілізацією аустеніту у відношенні до ДДМП внаслідок можливого підвищення ЕДП [5], утворенням атмосфер Коттрелла на дислокаціях. Причому протікання мартенситоутворення при деформації може ускладнюватися також унаслідок того, що витримки при 250-350 °С приводять до підвищення межі текучості аустеніту, внаслідок чого потрібні додаткові енергетичні витрати на зростання мартенситних кристалів [6]. У зв'язку з цим, ДДМП на поверхні зразків під дією абразивних частинок розвивається вельми поступово і ударно-абразивна зносостійкість сталей підвищується.

Нагрів сталей після перерваного гартування до 450 °С, а також збільшення тривалості витримки до 90 хвил., навпаки, сприяють зниженню ударно-абразивної зносостійкості (рис. 4, а та б). Це обумовлено дестабілізацією аустенітної матриці внаслідок збіднення її вуглецем і хромом в результаті виділення карбідів, зниження ЕДП, розсмоктування атмосфер Коттрелла.

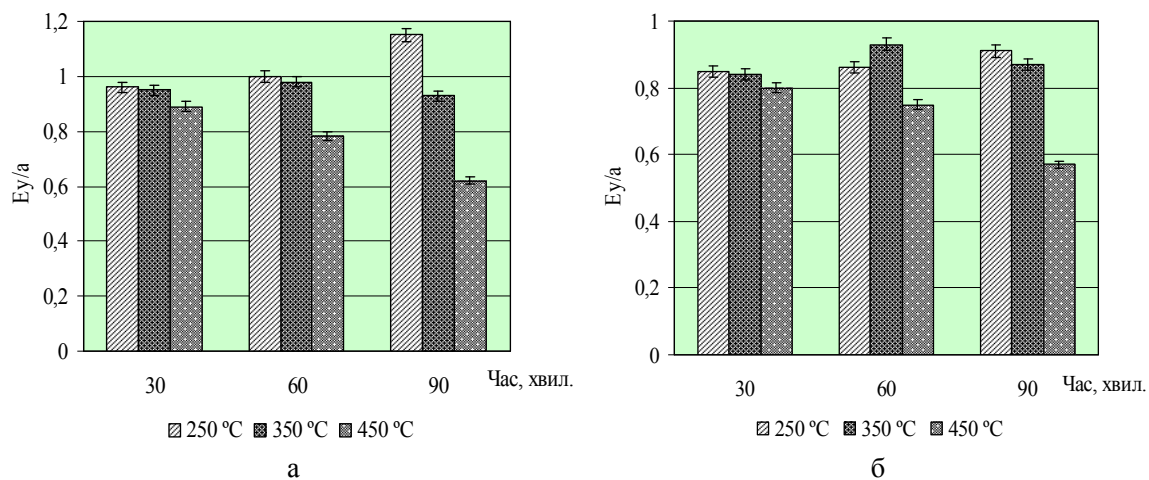


Рис. 4 – Залежність відносної ударно-абразивної зносостійкості сталей 60X18 (а) та 95X18 (б) від температурно-часових параметрів східчастого гартування

Крім того, в роботі вивчався вплив східчастого гартування на механічні властивості сталі 60X18. Після стандартної термообробки – гартування від 1050 °С у масло і низького відпуску при температурі 200 °С отримано наступний рівень механічних властивостей сталі: $\sigma_b = 1471,00$ МПа, $\psi = 8,20$ %, $\delta = 4,30$ %, $KCU = 0,20$ МДж/м². Оптиміальний комплекс механічних властивостей дослідженої сталі спостерігався після східчастого гартування з температурою сходінки 350 °С (табл.).

Таблиця
Вплив часу витримки при східчастому гартуванні (температура сходінки 350 °С)
на механічні властивості сталі 60X18

Час витримки, хвил.	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_b , МПа	δ , %	Ψ , %
30	1201	1240	14,2	48,16
60	1578	1692	11,2	36,65
90	1516	1580	16,4	51,00

Висновки

1. Розроблені рекомендації з вибору раціональних режимів термообробки високохромистих сталей, які забезпечують підвищення абразивної, ударно-абразивної зносостійкості, а також механічних властивостей залежно від хімічного, фазового складу та умов експлуатації.
2. На підставі проведених досліджень обґрунтована необхідність реалізації диференційного підходу до використання зміцнювальних обробок. Показано, що, управляючи кількістю і

стабільністю аустеніту, оптимізуючи їх з урахуванням вихідного хімічного і фазового складу стосовно конкретних умов абразивної дії, можна на сталях з 18 % Сг отримати підвищений рівень механічних та експлуатаційних властивостей.

3. Згідно з отриманими даними, зі зниженням температури від 450 до 250 °С і збільшенням часу витримки до 60 хвил. при східчастому гартуванні відбувається стабілізація аустеніту і, як наслідок, зниження відносної абразивної зносостійкості сталей 60X18 і 95X18 та збільшення їх ударно-абразивної зносостійкості. Підвищення температури до 450 °С, а також збільшення тривалості витримок, навпаки, сприяють підвищенню абразивної і зниженню ударно-абразивної зносостійкості досліджених сталей. Це пов'язано з дестабілізацією залишкового аустеніту у відношенні до ДДМП.
4. Принцип регулювання перетворень при деформації (у тому числі і мартенситних) відкриває нові можливості в підвищенні експлуатаційних і механічних властивостей не тільки спеціально розроблених різнофункціональних сталей (сплавів), але і тих, що широко вживаються в промисловості, наприклад, 95X18.

Список використаних джерел:

1. Попов В.С. Износостойкость пресс-форм огнеупорного производства / В.С. Попов, Н.Н. Брыков, Н.С. Дмитриченко. – М. : Металлургия, 1971. – 157 с.
2. Малинов Л.С. Использование принципа получения метастабильного аустенита и регулирование его количества и стабильности при разработке экономнолегированных сплавов и упрочняющих обработок / Л.С. Малинов // МиТОМ. – 1996. – № 2. – С.35-39.
3. Малинов Л.С. Экономнолегированные сплавы с мартенситными превращениями и упрочняющие технологии / Л.С. Малинов, В.Л. Малинов. – Х. : ННЦ ХФТИ, 2007. – 352 с.
4. Чейлях А.П. Экономнолегированные метастабильные сплавы и упрочняющие технологии / А.П. Чейлях. – Х. : ННЦ ХФТИ, 2003. – 212 с.
5. Малинов Л.С. Влияние старения на развитие мартенситного превращения при деформации в метастабильных аустенитных сталях / Л.С. Малинов, В.И. Коноп-Ляшко // Металлы. – 1982. – № 3. – С. 130-133.
6. Попов В.С. Металловедческие аспекты износостойкости сталей и сплавов / В.С. Попов, Н.Н. Брыков. – Запорожье: ВПК «Запоріжжя», 1996. – 480 с.

Bibliography:

1. Popov V.S. Wear resistance of fireproof press molds production / V.S. Popov, N.N. Brikov, N.S. Dmitrichenko. – M. : Metallurgy, 1971. – 157 P (Rus.).
2. Malinov L.S. Using the principle of obtaining metastable austenite and regulating its quantity and stability of the design economically alloys and hardening treatments / L.S. Malinov // MiTOM. – 1996. – №.2. – P. 35-39 (Rus.).
3. Malinov L.S. Economically alloys with martensitic transformation and hardening technologies / L.S. Malinov, V.L. Malinov. – Kh. : NNC HFTI, 2007. – 352 p (Rus.).
4. Cheilyakh A.P. Economically metastable alloys and hardening technologies / A.P. Cheilyakh. – Kh. : NNC HFTI, 2003. – 212 p (Rus.).
5. Malinov L.S. Impact of aging on the development of the martensitic transformation during deformation of metastable austenitic steels / L.S. Malinov, V. I. Konop-Lyashko // Metally. – 1982. – № 3. – P. 130-133 (Rus.).
6. Popov V.S. Metal science aspects of abrasion resistant steels and alloys / V.S. Popov, N.N. Brikov. – Zaporozhe : VPK «Zaporizhzhya», 1996. – 480 p. (Rus.).

Рецензент: С.В. Гулаков
д-р техн. наук, проф., ДВНЗ «ПДТУ»

Стаття надійшла 21.01.2013